

■JSR14 特別企画講演報告

『新しい時代の科学技術立国を支える 中型放射光高輝度光源とその利用』

水木純一郎 (関西学院大学)

企画趣旨

スイス、フランス、英国、オーストラリア、中国、スペインなどで中型高輝度光源 (3 GeV クラス) が建設され供用が始まっている。台湾、米国、スウェーデン、ブラジルでは更に高性能の中型放射光光源の建設が開始されており、放射光をツールとした科学技術の研究開発における国際競争が激化している。一方、日本では X 線領域での高輝度光源と言えるものは15年選手の SPring-8 のみであり、気が付いてみれば放射光先進国の一角の座が危うくなってきている。このような状況の中、日本学術会議が公募していたマスタープラン2014に、日本において中型高輝度光源の必要性を訴える内容の計画書を学会が纏め応募した。そこで今回の講演では、日本における中型高輝度光源計画と、それを用いて展開が期待される研究について広く学会で議論し新しい放射光科学の芽を発掘することを目的として、各分野で活躍している研究者に中型高輝度光源への期待を語っていただくことにした。

なお、当初は企画講演として申請したが、多くの学会員が参加できることが望ましいというプログラム委員会のご配慮があり、シングル・セッションの「特別企画講演」としていただいた。

企画参加人数 約510名

講演構成

司会 村上洋一

1. 趣旨説明 水木純一郎 (関西学院大学)
2. 「物性科学分野」 有馬孝尚 (東京大学)
3. 「放射光 X 線施設におけるソフトマター研究と産業利用」 金谷利治 (京都大学)
4. 「構造生物学の将来と放射光」 千田俊哉 (KEK)
5. 「放射光源の高輝度化と地球惑星科学の発展」 船守展正 (東京大学)
6. 「産業における放射光の利用」 片桐 元 (東レリサーチセンター)
7. 「3 GeV 東北放射光 SLiT-J の光源性能」 濱 広幸 (東北大学)

講演概要

(a) 講演会は、放射光学会の村上学会長の司会進行で進められた。企画提案者である水木が講演会の趣旨と構成の説明をした後、まず有馬氏に物質科学分野からの期待を話していただいた。これからは、ますます微小なもの、

隠れたもの、不均一なもの、非周期なものが対象となり、それらをより正確に、高い選択性で、高分解能で実空間、運動量空間、エネルギー空間、実時間でオペランド測定が必要であることをいくつかの具体的な対象を例に話された。このためには、放射光 X 線の高輝度性、ある程度以上のコヒーレント性が要求される。物質における微小領域の原子核、スピン、電荷のそれぞれの動的感受率を同じエネルギー、運動量分解能の7次元空間で観測することが今後の物質科学の研究には重要であり、そのためには中性子線やレーザー光との相補的な利用の必要性を述べられた。

(b) 続いて化学分野から金谷氏がソフトマター (高分子材料) を中心としたその産業利用に焦点を当てた講演をされた。SPring-8 に日本のソフトマター業界を代表する19社が連合体を作り専用ビームライン (フロンティアソフトマター産業連合体専用ビームライン: FSBL) を建設し研究が進められており、講演では、FSBL で行われている様々なソフトマターの研究成果が紹介された。そこで展開されている研究の特徴は、産学連携による基礎研究から製品に結びつく研究が進められていることであり、今後はますます基礎研究からのアプローチが重要となることを強調された。また、金谷氏は現在、日本中性子科学会の会長であり、自ら放射光だけでなく、中性子、中間子などの複数の量子ビームを利用してソフトマター研究を推進されており量子ビームの相補利用による時空階層構造の解明が今後の研究のカギであることを述べられた。

(c) 次に生命科学分野から千田氏が特に構造生物学の将来の進むべき方向とそれへの放射光の関わりを講演された。これまでに、光合成反応中心、リボソームなどの立体構造の解明を通じて、様々な細胞内の素過程が明らかになってきたが、今後の構造生物学は、安定な生体高分子複合体だけではなく、時間とともに構成要素を変えるような不安定な生体高分子複合体へと構造解析のターゲットを移していくことになることを生命科学を専門にしないものにもわかりやすく説明された。このような細胞内で時間とともに変化するような生体高分子複合体の構造解析により、より高次の細胞内過程を理解し制御することが可能になることが期待され、そのためには生化学実験施設、電子顕微鏡、溶液散乱ビームライン等が、高性能なマイクロフォーカスビームラインと有機的に結び

ついた総合的な施設が必須であることを強調された。

- (d) 引き続き船守氏は、地球惑星科学分野からの期待を述べられた。この分野は、宇宙惑星科学、大気水圏科学、固体地球科学、地球生命科学など50以上の関連学協会が関係しているが放射光利用者は必ずしも多くない。裏を返せば、利用しやすく魅力ある放射光施設ができれば新規参入が期待される分野とのことである。身近な例として、はやぶさの物語は世界を興奮の渦に巻き込んだが、今後の惑星探査は微小の含水鉱物・有機物の分析が必要となり高輝度光源に期待するところが大きい。また地球表層環境科学では高性能軟 X 線 XAFS 顕微鏡、地球惑星内部探査では超高压・超高温状態のその場観察が必須であり、これまでも放射光源の高輝度化とともに発展してきた歴史があることから中型高輝度光源への期待が大きいことを強調された。
- (e) 放射光科学の特徴として産業応用の期待が大きいことがあげられる。そこで産業界の立場から片桐氏は今後の放射光施設の利用の在り方を中心に講演された。スピードが勝負の製品開発では、多種多様な分析手法を使いたい時に使えることが望ましく、放射光がスピードの律速にならないことを期待された。このためには、マシンタイムの確保のし易さ、利用申請の平易であることや迅速な結果通知、リーズナブルな利用料金、アクセスの良さ、宿泊施設の利便性と充実が必要で、さらに施設側に対して利用実験に関する相談のし易さやアドバイザー、コーディネーターなどの充実も企業からの利用者の拡大、開拓には重要な要素であることを述べられた。

- (f) 最後に、現在具体的な中型高輝度光源として設計されている濱氏にその具体的な設計内容について講演いただいた。設計コンセプトは、軟 X 線領域付近での光源性能は SPring-8 のそれと同等以上であること、コンパクト化と徹底的なエネルギー消費管理、建設経費・運転経費を軽減する高いコストパフォーマンスを有すること、しかもビームエミッタンスは世界で稼働中、あるいは建設中、計画中の中型高輝度光源と伍していける ~ 1 nm rad を狙うものである。ここで使われる技術は、すでに SACLA 建設で開発されたものが多く利用されており確実に実現できる信頼性が高いものということであった。さらに将来の発展として XFEL も視野に入れた入射器設計、さらに参考として、世界ナンバーワンのエミッタンスを達成するためのリング設計も示された。

学会が纏めた放射光科学マスタープラン2014を提出後、初めての放射光学会年会であったので、その報告と学会員に共通認識を持ってもらいたいために中型高輝度光源をテーマにした企画講演を企画した。学会としては、中型高輝度光源の利用で期待されるサイエンスを中心になぜ必要かを内外に向かって発信することが今後とも重要であると思っている。なお、今回の企画講演ではあまり討論する時間を持つことができなかったが、当然会場からいくつかの質問があった。しかし、今後日本の放射光科学を牽引する若手からの質問が少なかったのが残念に感じた。もっと若手が自由に発言できるよう企画すべきだったと反省している。